NOTES

1. Les mémoires choisis pour être présentés en séance générale pourront être obtenus à la Conférence dans les langues officielles suivantes des Nations Unies: anglais, espagnol, français et russe.

2. Les mémoires choisis pour être présentés en séance spéciale pourront être obtenus à la Conférence dans l'une seulement de ces langues officielles.

3. Les résumés qui ont été rédigés pour tous les mémoires par les auteurs de ceux-ci pourront être obtenus à la Conférence dans les langues officielles suivantes des Nations Unies: anglais, espagnol, français et russe.

4. Préalablement à la Conférence, les mémoires et les résumés ne feront pas l'objet d'une distribution générale mais d'un tirage restreint destiné aux délégations des gouvernements et autres participants officiels. La publication et la distribution générale des actes de la Conférence s'effectueront conformément aux règles et pratiques agréées par le Comité des publications des Nations Unies.

L'utilisation des ordures ménagères et des boues d'épuration à l'aide de compostage

par Mr. Hans Buhler, Uzwil, Suisse

1) Dès 1922, une entreprise Suisse s'est occupée du problème de la fragmentation des ordures ménagères.
L'exposé suivant donne les détails de toutes les questions importantes concernant ces problèmes.

2) Processus biologique de la fermentation aérobie
La fermentation aérobie est un processus exothermique déclanché par les microorganismes: MIEHE l'a montré dès 1930 par ses essais avec du foin. Mais ce phènomène avec les ordures ménagères est très complexe et difficile à disséquer étant donné l'hétérogénéité du produit. D'après une étude du Docteur GLATHE, directeur de l'institut de microbiologie de Giessen, les contrôles de numération effectués par la méthode des plaques de KOCH ont montré que les gadoues vertes contenaient jusqu'à 6 milliards de germes par gramme. Encore cette méthode de numération ne donne-t-elle qu'une estimation inférieure à la réalité, une partie des microorganismes ne se développant pas sur le support nourricier employé. Cette densité en microbes est donc 100 à 1000 fois plus forte que dans un très bon sol.
En ce qui concerne le processus d'autoéchauffement, le Docteur GLATHE en donne la description suivante:

"Au début de l'autoéchauffement, les bactéries mésophiles sont actives mais le ralentissement de l'accroissement de température entre 45 et 55 degrés qui a toujours pu être constaté doit être interprété ainsi: les germes mésophiles ralentissent leur activité dans ce domaine et les bactéries thermophiles doivent se multiplier fortement avant qu'on puisse mesurer leur dégagement de chaleur. Sans doute cette inflexion de la courbe de température est à peine décelable dans la pratique. Parfois ce ralentissement peut durer beaucoup plus longtemps: lorsque le terreau est refroidi ou qu'il est chauffé. Les températures basses et élevées, lorsqu'elles se prolongent, réduisent la vitesse de l'autoéchauffement, parce que la microflore est lésée. Cette vitesse est au début d'autant plus faible que le nombre de germes est petit. Ces constatations ont été faites - comme dit précédemment - sur un terreau type homogénéisé. Elles ont été confirmées par les essais en grand pratiqués sur du matériel hétérogène. Les courbes de températures et les analyses microbiologiques des tas de terreau ont tout d'abord indiqué une phase mésophile de départ se terminant vers 50 degrés C. Après un court ralentissement que nous avons déjà décrit, la température a continué de croître pour atteindre par endroits 80 degrés C. Cette chaleur maintenue pendant plusieurs semaines provoqua une destruction de la plus grande part de la microflore. Cette phase peut être qualifiée de thermophile ou de phase de pasteurisation. La phase mésophile était caractérisée par une grande variété d'espèces participant à la fermentation. Avec l'accroissement de la température, le nombre de ces espèces va en diminuant. La brusque réduction du nombre des germes mésophiles avec le début de la phase thermophile, puis celle des germes thermophiles avec l'accroissement de la température, la diminution de l'acide carbonique

dans l'air des pores indiquent que dans la phase thermophile - particulièrement lorsque la température dépasse 72 degrés C l'activité microbienne devient négligeable et ne peut plus être prise en considération."
"La détermination des différents types d'organismes a donné les résultats suivants: Des germes sporulants thermophiles décelables au cours de la période chaude de la fermentation, on a pu isoler des types appartenant au groupe des bac, stearothermophilus. On a toujours constaté la présence d'actinomycées thermophiles.
Dans le matériel brut on a pu constater les proportions suivantes de champignons:

Penicillium	40 %
Geotrichium	33 %
Mucorinées	11 %
Sporotrichium & Trichoderma	9 %
Aspergillus	6 %
sortes claires non identifiées	1 %
total	100 %

Les essais en laboratoire dans les Devars à 70 degrès C, faits avec du terreau, n'ont pas montré de champignons, ce qui doit donc laisser supposer qu'ils ne survivent pas à la phase thermophile. Pourtant on a pu déceler dans les tas dont la température était montée à 70 degrés C, la présence de Penicillium et d'Aspergillus mais non des autres espèces déjà citées, ceci après une période de fermentation de 4 semaines. A la place des autres espèces, on a pu reconnaître des formes sombres de Gliobotrys, Torula et Phialophora. Dans d'autres tas on a pu après 10 semaines de fermentation déceler différentes sortes de champignons, mais plus celles qui se trouvaient dans les ordures fraîches. On doit donc en conclure qu'il s'agit d'infections secondaires.
On n'a pu déterminer avec certitude l'évolution des rapports microbiologiques pendant la période de diminution de la température. On a au moins pu constater que les germes thermophiles ne subissent pas de modification importante après la période de température maximum. Mais dès que la température descend au-dessous de la zone 45 à 50 degrés C, les formes mésophiles se développent à nouveau. L'auteur désigne cette phase par "phase mésophile descendante". Les analyses microbiologiques peuvent également montrer si le matériel analysé a subi ou non un échauffement.

3) Point de vue de l'hygiène

Toutes les expériences ont montré que les germes pathogènes et les parasites étaient détruits au cours de la fermentation aérobie. A titre de documentation, nous citons l'extrait d'un rapport du professeur KNOLL, de la faculté de médecine de l'Université de Giessen, qui a étudié cette question, sur les mélanges "boues d'épuration - ordures ménagères", dont la teneur en éléments dangereux est plus marquée que dans le cas d'ordures ménagères simples.
"Le but des recherches bactériologiques et hygièniques que nous avons effectuées dans le cadre du groupe de travail Baden-Baden était d'établir des constatations et des critères sur le compostage combiné des ordures et des boues; ceci afin de pouvoir lever les hésitations et inconnues concernant ce procédé. Dans ce but, il fut observé à Baden-Baden avec toutes ses variations du point de vue de l'appréciation de l'hygiène. Au départ, les deux composantes - boues et ordures - furent considérées comme des produits bruts infectés par des microbes pathogènes humains et animaux, par des parasites et des oeufs de vers. Au cours des premiers essais en champ effectués en été et en hiver, nous avons placé à différents endroits des

tas expérimentaux de terreau des cultures mixtes de germes pathogènes d'eau usée ou polluée en capsules de gélatine avec du terreau non fermenté, le tout dans des sacs en plastique. Ces germes étaient de l'espèce des salmonella: S. typhi-murium (Breslau) S. Cairo (très résistants aux influences extérieures), S. infanti et S. Typhi. Des sacs en plastique avec le même matériel infectieux furent conservés au frigidaire et à température normale, comme témoins. Les cultures furent examinées après une période de fermentation de 50 jours, au moment du premier retournement des tas. Tous les germes pathogènes avaient été détruits dans les tas. Ceux des sacs témoins étaient encore présents."

"Golueke et Gotaas ont déterminé la température mortelle pour des germes pathogènes à plus de 60 degrés C, mais ils n'avaient considéré ni le facteur temps, ni les antagonismes microbiens dans les tas de terreau. Les expériences de Baden-Baden ont pourtant clairement prouvé que les germes pathogènes sont aussi détruits à une température inférieure à 60 degrés C. D'autres facteurs doivent donc aussi jouer un rôle, si la mort n'est pas provoquée par les seuls effets thermiques. Ils sont d'une part d'ordre physique: teneur en eau; d'autre part d'ordre biologique. Le fait est connu que la résistance de certaines bactéries pathogènes est bien plus grande en milieu sec qu'en milieu humide. Une teneur en eau suffisamment élevée du matériel à composter est donc la condition d'un compostage satisfaisant aux exigences de l'hygiène.

Afin de pousser l'étude de ces influences, nous avons poursuivi nos essais en champ et en laboratoire. Ils ont montré que même avec une température constante de 50 degrés C seulement, des cultures de paratyphi-B et de Salmonella cairo étaient détruites dans des tas de terreau, les premiers après 2 jours, les secondes après 7 jours. Le matériel ensemencé avait une teneur en eau de 50 %. Des cultures témoin conservées à 37 et 50 degrés dans l'étuve montraient des bactéries paratyphiques-B après 8 jours et des Salmonella cairo après 17 jours.

Ces expériences ont montré avec une clarté suffisante que les facteurs physiques et thermiques seuls ne sauraient provoquer la mort des germes pathogènes, mais que des antagonismes provoqués par des antibiotiques en sont également responsables, antagonismes que sont une partie intégrante du processus d'autoépuration biologique.

Pour isoler ces antibiotiques, nous avons fait des extraits liquides de terreau en fermentation, qui ont été stérilisés et additionnés de bouillon (comme élément nutritif pour les bactéries). Ces extraits furent à nouveau ensemencés avec des bactéries pathogènes et conservés à la température de 50 degrés C. Alors que dans les témoins (bouillon et bactéries) les bactéries paratyphiques-B vécurent près de 4 semaines, elles n'étaient plus décelables dans les verres avec extrait de terreau, 10 jours déjà après le début de l'expérience. Des essais similaires faits avec la résistance salmonella cairo ont donné les mêmes résultats à la différence près que les germes furent tués après 14 jours.

Nous avons ensuite fait des tests de sensibilité avec ces extraits de terreau, comme on les fait couramment dans la détermination de la résistance des germes pathogènes contre les antibiotiques. A cet effet, les extraits ont été soumis à un séchage et une dessication sous vide et analysés avec les germes pathogènes par la méthode de diffusion à partir de cupules. Ces essais ont montré que plusieurs éléments antibiotiques jouent un rôle dans l'auto-épuration biologique que représente le compostage des ordures et des boues.

Nous sommes donc arrivés à la conclusion que les exigences de l'hygiène concernant la récupération des déchets urbains sont amplement satisfaites par un compostage réglé des ordures et des boues car il réalise le cycle naturel de ces déchets. Le compostage permet d'accélérer l'auto-épuration biologique des déchets urbains, d'éliminer leur stade

de danger et de pollution et de les rendre au sol comme amendement organique idéal.

4) Intérêt agricole du terreau de gadoues

Le compost d'ordures ménagères est avant tout un moyen d'amélioration des sols et beaucoup moins un engrais, étant donné que sa teneur en substances nutritives minérales, comme l'azote, le phosphore et la potasse, n'est pas suffisante pour le considérer comme engrais au sens propre du mot. La valeur du compost d'ordures ménagères réside dans la teneur en substances organiques actives, en substances humiques et en oligo-éléments. La fertilité durable d'un sol ne dépend pas essentiellement de sa teneur en substances minérales, mais plutôt de sa composition C/N matières organiques et biologiques. Du fait de l' usure de plus en plus prononcée de nos sols de culture, l'utilisation des engrais minéraux est une nécessité absolue pour maintenir la fertilité chimique. Par contre les sols doivent également posséder en quantité suffisante des substances organiques et humiques pour avoir une bonne structure physique. A notre époque de mécanisation et de motorisation, on possède de moins en moins d'engrais organiques comme le fumier et le purin qui redonnent au sol les substances humiques en voie de diminution. Ce manque d'humus peut être comblé par l'utilisation des composts d'ordures ménagères. Les engrais minéraux ne sont pas concurrencés mais complétés par le compost. Le compost provoque la formation de grumeaux dans le sol et augmente la possibilité d'absorption d'eau; d'une part les sols lourds sont allégés par le compost, et d'autre part les sols sableux sont mieux meublés. Par la propriété d'absorption d'eau du compost, le danger de la deshydratation est fortement diminué; ainsi, un sol aménagé avec du compost peut emmagasiner beaucoup d'eau et la tenir à la disposition au fur et à mesure des besoins. Dans beaucoup de cas, on peut ainsi éviter une érosion qui est observée notamment sur des pentes raides. Les plus récentes recherches d'experts hollandais ont démontré que les plantes absorbent mieux les engrais minéraux si les sols sont en même temps enrichis par l'utilisation des composts. On pense également que certaines plantes deviennent plus résistantes par l'utilisation des composts et supportent mieux certaines maladies du sol.

Comme l'utilisation par l'agriculture, il faut signaler également l'emploi du terreau dans les élevages de poulets et dans les étables (litière épaisse - action des antibiotiques, de la vitamine B 12) et dans les étangs à carpes comme nourriture.

Telles sont les avantages généraux présentés par l'utilisation du compost en agriculture. Pour illustrer ce résumé, nous citons les résultats suivants obtenus en Israel, où les conditions de climat et les productions agricoles sont voisines de celles du Maroc:

- amélioration du coefficient de rétention en eau des sols: en périmètres irrigués, on a constaté que l'emploi du terreau comme amendement a entrainé une économie d'eau de 10 %, ce qui est important dans un pays où l'eau est rare.
- accroissement des récoltes: avec 20 m3/ha de terreau, on a obtenu une augmentation de la production d'agrumes des 15 à 20 %.
- en outre, on a de ce fait réussi à éviter l'apparition de chlorose et on a pu réduire sans inconvénient la fumure chimique annuelle de 25 %.

5) Conclusion

La transformation des gadoues seuls ou ensemble avec des boues de l'épuration des eaux par l'aide de compostage est surtout interessant pour tous ces pays qui ont un fort besoin de terre végétale. La production de cette terre peut influer le rendement de la productivité agricole dans une manière énorme.

1297 F - Nov. 1962 - 1,000